

IBM DB2 9.7 和 SMART ANALYTICS SYSTEMS

数据仓库的架构和 主要功能

2010 年 9 月

执行摘要

本白皮书讨论 IBM DB2 9.7 和 IBM Smart Analytics Systems 的产品架构，着重说明它们的数据仓库。

Linux、UNIX 及 Windows 版 DB2 9.7 (LUW 版 DB2 9.7) 为 InfoSphere 9.7 数据仓库软件产品系列提供 IBM 数据库引擎。

DB2 是一种成熟的数据仓库软件产品，具有全面的性能和扩展能力。DB2 9.7 赖以建立的产品基础具有以下特点：

- 无共享并行数据库架构，提供性能、扩展性和高数据可用性；
- 长期注重系统效率，基于丰富的物理数据库设计功能、I/O 性能、分区网络利用效率以及基于成本的查询优化；
- 混合工作负载管理，可以使用管理数据单个逻辑副本的单个系统满足多个服务水平目标；
- 数据压缩；和
- 广泛用于 OLTP 和数据仓库负载的引擎

以及许多其他特点。

为了满足新的客户要求，应对高要求数据仓库应用规模的极速增长，IBM 最近几年持续投资于 DB2。在其最新版本 DB2 9.7 中，IBM 扩展了 DB2 的功能，可以解决下列领域新增的要求：混合工作负载管理；资源优化；系统性能管理；架构演变；以及本论文所述的其他领域。DB2 9.7 的这些新增功能可为客户提供更强的管理能力、更好的性能、增强的成本性能及灵活性。

IBM Smart Analytics System 将 DB2 与全系列的系统软件、商务智能和数据集成软件以及硬件相集成——以标准化、预安装和预先测试的配置为客户提供全面的数据仓库设备。因此，IBM Smart Analytics Systems 可以极大地提高获取和部署 IBM 数据仓库功能的简便性。总而言之，DB2 9.7 和 IBM Smart Analytics Systems 是当今市场上功能最强大的数据仓库产品。

WinterCorp 认为，需要数据仓库、数据分析或商务智能平台的企业都应该考虑本论文所述的 IBM 平台。

目录

执行摘要	1
目录	3
插图列表	5
1 简介	7
1.1 数据仓库的发展和变化趋势	7
1.2 DB2 9.7 的方法（简介）	8
1.3 本论文的组织和方法	9
2 架构基础	9
2.1 无共享并行能力	10
2.2 高级 I/O 子系统	11
2.3 重写查询的成本优化器	12
2.4 高级物理数据管理	12
2.5 采用动态调节的混合工作负载管理	15
3 资源优化	16
3.1 压缩	16
3.2 空间回收	18
3.3 扫描共享	18
4 灵活性和扩展	19
4.1 架构的演变	19
4.2 数据仓库的增长	19
5 工作负载管理与监控	21
5.1 工作负载管理的改进	21
5.2 数据仓库监控的改进	24
6 IBM Smart Analytics System	25
7 结论	29

插图列表

图 1: 使用 DB2 9.7 深度压缩的客户概念验证结果.....	17
图 2: V1 和 V2 是数据仓库中的相依对象.....	20
图 3: T1 已经替换为 T1 与 T2 的结合, 而没有 删除相依视图	21
图 4: 工作负载管理结构示例	22
图 5: DB2 9.7 中通过阈值实施优先级时效	23
表 1: IBM Smart Analytics 7700 标准大小	26
表 2: IBM Smart Analytics 5600 标准大小	27
表 3: IBM Smart Analytics 5600s 标准大小	27
表 4: Infosphere Warehouse 9.7 功能矩阵	28

{Sidebar text}

本报告的目的和方法

本 WinterCorp 白皮书阐述 DB 9.7 的架构及其用于数据仓库的主要功能。

本白皮书由 IBM 赞助。

在本论文的编写过程中，WinterCorp 作为独立的行业专业机构采访 IBM 员工；查阅产品文档；以及批判性地审阅产品设计、测量数据和证明，最终得出本文中呈现的说明和结论。IBM 可以对论文的数据方面发表意见。但其内容的最终编辑控制权属于 WinterCorp。

WinterCorp 是一家位于麻萨诸塞州剑桥的独立咨询机构，自 1992 年成立以来，一直专注于大规模的数据管理。

1 简介

当今世界，更加精益、更加灵活的企业正在将其业务利益和分析战略转向新方向的数据仓库实践。

数据仓库最初主要用于向企业战略策划者说明已经发生的事情。比如：孟斐斯上周末卖出了多少单位的冰淇淋？我们上周在消费电子销售方面做了哪些工作？新英格兰分销中心做了哪些工作？

但是，如今的企业管理层要求数据仓库具备更多的功能，比如：预计天气对东南地区的冷冻甜点需求有何影响？我们可以采取哪些措施？成本多少？效果将会如何？

仅仅了解*已经发生的事情*不再能满足要求。管理层需要切实可行的建议：将要发生什么以及如何应对。此外，他们还需要*及时*获取行动所需的信息。

当今的管理层还需要透明、可追溯的分析来备份企业问题的诊断及其解决方案。因为企业需要定义更精确的方案，所以这些分析通常比十年前用作业务分析的简单统计更密集、更复杂。同时，管理层越来越需要准确预测实施不同方案的影响（“预测性分析”），还希望数据仓库支持现场运营业务流程，例如，帮助直接面对客户的员工在每天处理订单时做出决策、回答客户问题和响应服务请求。

对数据仓库的要求所发生的这些变化——以及下面讨论的技术趋势——已经导致数据仓库的创建和运营要求发生了深刻的变化。本白皮书分析这些趋势，并将它们与 Linux、UNIX 及 Windows 版 DB2 9.7 (LUW 版 DB2 9.7) 的架构和主要功能相关联。LUW 版 DB2 9.7 通过 IBM 领先的数据仓库平台提供：

- InfoSphere Warehouse 9.7——软件产品；和
- IBM Smart Analytic System——数据仓库设备。

IBM Smart Analytic System 随附 InfoSphere Warehouse 和 Cognos 软件——一套用于查询、报告和分析的商务智能工具——预安装在 IBM 硬件平台上。用于 System z 平台的 IBM Smart Analytics System 9600 具有类似的功能，在其他文档中有相关介绍，请参阅 <http://www-01.ibm.com/software/data/infosphere/smart-analytic-system/9600/>。

LUW 版 DB2 9.7 合并有大量其他的新功能，详细内容请参阅 *What's New for DB2 Version 9.7 (DB2 9.7 新增功能)* (IBM 文档 #SC27-2463-01，访问网址 publib.boulder.ibm.com/infocenter)。

1.1. 数据仓库的发展和变化趋势

不断演变的业务要求——预测性分析、运营商务智能、更快地应对事件和更深入地分析方案——导致苛刻的技术要求。最新一代数据仓库的一些主要要求包括：

- **频繁的数据更新**：当今数据仓库不是每周或每晚批量更新，而经常要求频繁或持续的在线更新；严格的数据延时要求越来越普遍（例如，数据必须在线提供，并且在收到 x 小时、分钟或秒钟之内便可查询）；大量的信息获取要求也越来越普遍；
- **混合的工作负载**：当今数据仓库不再是稳定的定期计划报告或分析，而经常必须同时满足多个服务水平目标，包括交互式查询、大型的长期作业以及同步混合查询和更新等；
- **为数众多的同步用户**：当今数据仓库不再是少数几个用户为管理层决策者提供很少的补充信息，而必须经常支持由员工、合作伙伴或客户组成的大型社区，允许他们同时访问和更新数据；
- **高数据可用性**：随着企业更加依靠数据仓库来支持运营业务流程，对数据可用性的要求更高，通常要保持任务关键状态；因此，数据仓库往往需要以连续或接近连续的方式运行；
- **密集分析**：随着企业战略的复杂性和数据量持续增长，更多企业需要执行越来越多的数据分析——以及在数据仓库中完成分析。由于企业需要全天候访问数据，因此延迟就像停机一样，越来越让人难以容忍。当数据导出到另一个系统用于分析时，没人愿意等待。相反，人们越来越要求直接在数据仓库中分析数据。

此外，数据仓库也在全方位地持续快速增长：当今成功的数据仓库无论是数据量还是使用量都增长迅速。因此，即使是小型企业和部门的普通方案，数据仓库经过发展，通常也会提出非常严格的要求，以提供并保持几年的业务价值。数据规模的持续、快速增长还有另一层含义：解决方案必须更具成本效益；部署和扩展必须便捷地完成；数据仓库管理必须更加自动化；单位数据的技术要求必须持续降低。

1.2. DB2 9.7 的方法

LUW 版 DB2 的基础架构从一开始就解决了上述许多问题。它使用无共享架构、注重扩展性和性能、数据库设计功能丰富、分析应用工具全面，多年来解决了数据仓库中大多数根本问题。

但是，DB2 9.7 的新增功能可以解决当今日益重要的某些问题。

在当前严峻的经济环境中，资源优化比以往更加重要，而 DB2 9.7 在数据压缩、空间回收和扫描共享方面新增的重要功能可以解决此问题。扫描共享对于必须支持大量同步查询的系统尤其重要：它可让同步查询共享扫描结果，即使这些查询不是在同一时间或表格的同一位置开始，因而能够同时提升多个用户的效率。数据压缩减少搜索数据所需的工作和时间，同时减少在磁盘和数据库缓冲区中存储数据所需的空间。

数据仓库的增长和变化速度比以前更快。业务也比过去任何时候都更依赖基于数据的分析和预测。实际上，使数据仓库快速适应新业务要求的能力已经成为企业竞争力的关键因素。DB2 9.7 的新功能可以解决这一挑战，它支持变化的架构和容量要求，同时保持系统在线。

数据的使用也成倍增长。在许多情况下，只能支持一种用途或一类活动的数据库不再符合要求。用户通常要求单个数据副本支持两个或更多：交互式查询、预测性分析、数据挖掘、报告、运营商务智能以及各种负载和更新。也就是说，单个系统必须满足通常相互竞争的多个服务水平目标。需要快速响应简单查询的用户通常使用同一个必须运行大量、复杂、长期作业的系统。DB2 9.7 增强的工作负载管理功能可以解决此问题。此外，这些系统更加复杂而难以监控和管理。DB2 新增的系统管理和监控功能可以解决此问题。

最后，许多用户都在寻求更简单、更快速的方式来配置、获取和部署经济而强大的数据仓库容量。这些问题的解决方案是 IBM Smart Analytic Systems——运行 DB2 9.7 以获取数据仓库/商务智能的新平台。IBM Smart Analytic Systems 是经过预先集成、测试和配置的设备，提供 AIX 版、Linux 版及 Windows 版 DB2 9.7——使用 Power7 或 Intel Nehalem 处理器。此外，这些系统还提供磁盘存储及可选的固态存储——使用 Power7 处理器的 IBM 7700 的标准配置。现在拥有比以前更多的可选价格和配置。

用于 System z 平台的 IBM Smart Analytics System 9600 具有类似的功能，在其他文档中有相关介绍，请参阅 <http://www-01.ibm.com/software/data/infosphere/smart-analytics-system/9600/>。

1.3 本白皮书的组织和方法

本白皮书将在下面的章节阐述 DB2 产品基础的主要方面，更详细地讨论新增的每个主要数据仓库。

第 2 节阐述 DB2 的架构基础。

第 3 节讨论资源优化的最新发展，包括新的数据压缩功能、空间回收和扫描共享。

第 4 节讨论支持数据仓库灵活性和发展的新功能，包括用于架构演变和系统扩展的功能。

第 5 节阐述工作负载管理和监控。

第 6 节介绍 IBM 的数据仓库设备；Smart Analytics System。

第 7 节总结本文论述的发现和结论。

2 架构基础

LUW 版 DB2 的架构基础在最近增强之前经过改善，采用高度并行的无共享数据库引擎，可促成以下功能：

- 基于成本的查询优化；
- 高度并行执行所有数据库操作，具有数据并行、查询并行和管道能力；
- 模块化扩展；
- 复杂的物理数据库存储结构和访问方法，提供分区、多维群集、索引和具体化视图；
- 全面实施本地关系表及 XML 对象；
- 采用动态调节的混合工作负载管理；以及
- 用于存储、网络和流程间通信的高级输入/输出。

此外，LUW 版 DB2 还具备只有广泛实施才能提供的特性：产品的成熟度。十余年来，DB2 已经用于几乎每个行业的许多运营数据仓库以及每种类型的数据仓库应用。从 1995 年开始，IBM 一直在扩展和改进其并行的无共享架构，因此它比市场上的大多数其他产品更加成熟、更加普遍、更加强大。

2.1 无共享并行能力

并行数据库架构。并行数据库架构的主要目标之一是允许快速执行大型任务。例如，在医疗研究数据库中，快速确定所有具有特定症状但在接受特定治疗后没有改善的患者非常重要。这是常见的数据库查询，在每个工作领域都有类似情况。这种数据库查询可能涉及对多个相关数据集进行大型的复杂搜索——在本例中，患者、症状、治疗和检测的相关数据通常单独存储在数据库中。

在以前的序列式架构中，这样的搜索需要依序检查庞大数据库中的每条相关记录。即使是使用现代硬件，序列式方法所需要的时间也是大多数企业所无法承受的。

并行架构可以同时处理许多数据库记录，显著缩短了此类任务的执行时间。在并行数据库架构中，基本原理是：查询被分为多个片段；这些片段被寄养到许多独立运行的单元，通常称为数据库工人进程；然后，因为所有工人同时操作，所以任务能够更快地完成。挖 1000 码的沟渠，100 个人远比 1 个人快，因此，100 个数据库工人进程搜索数据库的速度也远比一个数据库工人进程快。

但是，并非所有并行架构都有同样的效果。尤其当数据库的规模和复杂性增加时——此时数据分析的密度也会增加——有些并行架构的性能优于另一些并行架构。

无共享并行架构。在数据仓库及分析要求方面，DB2 的根本性优势在于其无共享并行架构。在这样的架构中，有许多数据库工人进程同时独立操作数据。数据库分为多个片段——称为分区——每个分区中的数据被一个——且只有一个——数据库工人进程访问。“无共享”一词源自工人进程不共享数据或资源的概念。因此，每个进程可以自行完成大部分工作，很少或根本不需要与其他进程协调。

这一基本关系——意味着数据库工人进程不需要互相竞争使用数据或资源——可以帮助扩展常用数据库操作的能力，其作用随着数据量和工作负载的持续增加日益突显。数据库中的数据越多，数据库工人任务之间尽可能保持独立性就越重要。目前，在所有并行数据库架构中，数据库工人进程之间都存在一定的协调。即使是最简单的查询也必须进行计划；分为更小的工作单元，称为子查询；然后分配到数据库工人进程。必须协调多个独立工作单元的执行。子查询的结果必须重新合并，为用户提供结果。所有这些都是自动完成的——用户看不到。

在 DB2 中，这种协调由协调员进程负责。DB2 的设计可让工作尽可能由多个工人进程同时完成，因而减少协调员进程的工作。此外，DB2 的设计旨在最高效地在工人进程之间进行协调和数据移动。这种设计方式有助于提升性能和扩展系统，以处理更大的数据库、用户社区和工作负载。

模块化扩展。在强大的无共享架构中，对系统的容量没有内在的限制。系统可以配置为服务器群集，系统的容量可以通过添加服务器实现倍增。因此，数据仓库开始可能较小——只有几台服务器——然后随着要求的提高而在数据量、使用量或其他维度进行扩展。无共享架构一般通过减少运行数据库工人进程的服务器之间的协调来增强扩展性。

2.2 高级 I/O 子系统

LUW 版 DB2 在最早期就采用高级 I/O 架构，效率高、吞吐量大、主内存与数据存储之间的通信延迟低。此系统的部分主要功能包括：

- **异步操作**，使处理可以与 I/O 重叠；
- **并行 I/O**，使单个进程可以同时读取和/或写入多个数据记录；
- **多区块 I/O**，也被 IBM 称为“大区块 I/O”（也就是说，许多磁盘 I/O 在一次操作中读取或写入多个大区块），使单次操作可以读取或写入大量数据；以及
- **提前读取**，查询处理通常不需要等待输入，特别是单次操作需要大量数据时。

最近，IBM 已经开始在其运行 DB2 的 Smart Analytic Systems 中支持固态硬盘 (SSD)。SSD 的 I/O 利用同样的技术。

网络 I/O 采用类似的高级原理，用于在群集中的服务器之间传输数据和请求。网络 I/O 进程也是异步操作；在用于存储 I/O 的大区块中传输数据。此外，DB2 采用复杂的流程控制机构，确保执行复

杂的并行操作时，数据在节点之间顺利地传递。

2.3 重写查询的成本优化器

在并行数据库系统中，查询优化是一个最重要的问题。每个查询都必须分为并行和序列步骤。理想的查询计划将会：尽量减少序列操作；平衡群集中各服务器之间的工作；以最佳顺序执行查询计划的步骤；尽量减少服务器之间的交互和数据传输。

所有可能数据库查询的空间很大，而目前实行的数据仓库和分析应用程序可能导致高度复杂的查询。对大量数据执行复杂的查询时，就会因查询计划考虑不足而产生性能问题。

IBM 数十年来稳步投资于查询优化，每个产品版本的 DB2 中都改进了查询优化器。LUW 版 DB2 第一次发布于 1995 年，现已走过 15 年的历史。在这 15 年中，客户使用其无共享并行架构来运行日趋复杂、不断扩展的数据仓库应用程序。DB2 9.7 中的查询优化器是市场上最强大的产品之一。DB2 LUW 查询优化器基于成本，同时利用查询重写规则在优化之前转换查询，以更加快速地创建更好的查询计划。

DB2 优化器与许多不成熟的产品不同，它充分考虑强大的物理数据库结构集（如第 2.4 节所述），包括索引、具体化的查询表、复杂的分区和独特的 DB2 功能（多维群集）——所有这一切都能有力地提升数据仓库查询性能。此外，DB2 采用强大的引擎来创建和维护以下统计信息：数据库中的数据值分配；共同使用的数据列中各数据值之间的关联；以及索引的选择性。

由于采用一流的优化器技术，例如用来选择执行系列表格结合的最佳顺序，DB2 经常可以根据其统计信息及其成本估算技术，正确地众多可以完成查询的计划中找出最好的计划。因为可能的查询数量极为庞大——并且较为复杂的查询具有大量可行的计划——所以没有真正理想的优化器。但 LUW 版 DB2 采用的优化器是市场上最好的——并且会随着我们长期的大型投资持续改进

2.4 高级物理数据管理

并行能力是数据仓库中的强大能力，在今天必不可少，因为今天的数据量非常庞大，并且在持续增长；数据库高度复杂；支持现代企业需要大量的工作负载。优良的并行能力和查询优化可帮助数据库系统显著减少完成查询、负载和更新的时间。

并行执行利用更多系统资源，可以更快地完成查询。但在许多情况下，只有并行能力还不够，因为它不能减少要执行的工作量。如果搜索一亿条记录——您同时通过一百个途径搜索——将会快速获得答案，但您仍然要搜索一亿条记录。并且，如果您使用专用的硬件架构来过滤从磁盘读取的数据——也就是说，减少处理器必须完成的工作——您仍然会从磁盘读取一亿条记录。

由于数据仓库持续快速增长，因此除了并行能力之外，还需要借助其他功能来减少数据库查询涉及的工作量。数十年来，IBM 一直投资研发可以减少普通查询所需工作量及时间的数据结构和访问技术，过去 15 年的研发成果已经融入到 LUW 版 DB2 中。我们的设计原理是寻找消除 I/O 的方法——同时将这些措施与并行操作及高级优化有效地集成。表格分区、索引和具体化的查询表是这方面的典型功能。下文将会详细介绍这些以及其他的功能。

这些功能以物理数据库设计选项的方式呈现给 DBA。其中每项功能在采用后都可用于提升查询性能。但用户不需要了解它们的情况。例如，用户以相同的方式写入查询，而不需要考虑是否使用特定的分区架构、索引或下述其他功能。优化器将会决定何时使用索引或利用数据库分区特性。因此，数据库选择可以随着数据库要求的变化而改变，不会影响用户查询或应用程序的有效性。

这些技术包括：

- **范围和散列分区：**散列分区可使数据扩散到顶层的系统，以平衡各并行操作单元之间的工作。范围分区将按时间、日期、地理以及数据组织的其他自然单位分隔顶层以下的数据库。然后，查询处理利用分区消除功能减少完成查询的工作量和时间。这是一种很好的方法，例如，如果数据库中最近收到的数据是大部分查询的重点，则查询只会搜索数据库的一小部分。范围分区还可以增强管理性，促进“滚动窗口”等常见需求——例如——每个星期，数据仓库中都会加入最新一周的数据，而丢弃最早一周的数据。
- **多维群集 (MDC)：**DB2 的一项独特功能，可以从重要性相同的每个维度同样高效地检索数据；例如，位置导向的应用通常按经度和纬度编制数据索引；这两个维度在数据检索中同样重要，大多数群集或分区架构都要求数据库设计者更重视其中一个。而根据多维群集的设计，经度

和纬度在单独用于检索时的作用不分优劣；在一起使用时又能综合它们的选择性功能。

- **具体化的查询表 (MQT)**: 使用此功能可从多个相关的表格中抽取选择的列和行, 并且可以汇总, 系统会自动复制它们以特别高效地处理常见查询。因此, 如果客户数据和销售数据存储在单独的表格中, 并且客户通常要求按月汇总数据, 则 MQT 在 DB2 中定义为用于此目的。然后, DB2 自动按月维护客户的购买摘要。当查询搜索此类数据时, DB2 优化器将通过确定是否可以通过访问 MQT (而非基本数据) 来节省时间和工作。如果可以节省, 则 DB2 将使用 MQT。用户查询不需要知道或参照 MQT 的存在。系统将根据数据的变化自动更新 MQT。DB2 能够通过即时更新或延迟更新来维护 MQT, 以及维护数据的完整性和任何选项下查询的正确性, 市场独此一家。MQT 可采用与其基本表格不同的方式进行分区。它们基本上是预先计算出常见查询和/或常见查询要素的答案。在执行查询时不需要重复常见的结合与集合, 因此性能大幅提升。MQT 在行业中也称为具体化视图, 以某种形式存在于多个数据仓库产品中, 但在另一些产品中则完全没有。它们是数据仓库性能的重要助手, 如果不是系统的自动功能, 通常必须由数据库设计人员手动创建。LUW 版 DB2 具有行业中最优的 MQT。
- **索引**: DB2 支持使用最广泛的数据库索引形式: **b-tree**。DB2 索引可在表格的任何列或列的组合中定义。在规划查询时, 优化器会估计任何可用查询的选择性, 并确定执行每个查询时使用哪个索引 (如果有)。优化器能够结合多个查询来减少执行查询所需的 I/O。DB2 使用流行的过滤器和动态位图提高这种索引结合的效率。DB2 还对多维群集 (MDC) 采用块索引。因为块索引远比行索引紧凑 (小 10 倍、100 倍甚至更多), 所以检索、写入和操作的效率高很多。DB2 优化器可在查询中利用此效率优势, 在选择数据时包含一个或多个 MDC 维度。

这些是 LUW 版 DB2 数据库设计的特点, 可以消除 I/O、减少工作和增强查询性能。每项这样的技术都涉及利弊的权衡。例如, 索引会使用更多空间, 并且会增加加载或更新数据所需的时间和/或资源。但它们也能加速某些类别的查询。在选择设计时必须注意, 因为错误的选择可能带来很多问题。不过, IBM 有工具帮助进行这些选择, 其中包括用于选择索引和 MQT 的智能软件顾问。

WinterCorp 认为, 这些物理设计选项是各种数据仓库应用中的重要 (通常很关键) 功能。

也有一些供应商和专业人士认为这些功能不再重要, 他们觉得用户完全可以只依赖并行能力、良好的优化和强大的硬件来获得成功。此方法适用于 DB2 用户, 因为他们不再需要采用本文所述的任何高级物理设计功能。不过, DB2 中仍然存在这些功能, 并且还有成熟的优化器帮助自动利用它们。这些数据结构和访问技术通常决定数据仓库项目的成败, 因为在常见情况下, 每项功能都能提供如此大的性能优势。

这些先进的物理数据管理工具——集成并充分利用它们的并行能力、优化及 I/O 架构——是 IBM 长期坚持设计理念和投资方向的成果。他们的 LUW 版 DB2 具有超群的性能优势和功能。DB2 9.7 中的新功能是 IBM 投资方向的延续, 进一步增强了这种优势, 具体请参阅第 3 节的内容。

2.5 采用动态调节的混合工作负载管理

早期的数据仓库——其中许多是单功能数据集市——通常只支持一种特定类别的工作。最常见的有: (a) 用于计划的批处理报告的数据集市, 数据由每周的批处理更新馈送; 以及 (b) 用于在线查询的数据集市, 数据来源类似, 由周末或晚上的定期批处理更新馈送。

如今的数据仓库要求越来越高: 停机很少或不停机; 在线频繁或持续更新; 支持频繁或持续同步使用在线查询; 以及批处理报告和分析。在这样的仓库操作中, 更难的是要满足多个不同的服务水平目标。因此, 数据仓库可能要同时提供以下服务:

- 在线更新, 必须在收到后五分钟内合并到数据库中;
- 短时在线查询, 必须在两秒钟内满足;
- 中等复杂的交互式查询, 必须在十秒钟内满足;
- 复杂程度较高的在线查询, 必须在六秒钟内满足;
- 批处理工作, 其中每项工作都必须在一天内的特定时段完成; 以及
- 深入的分析任务, 其中每项任务都必须在合理的时间内完成, 但又没有具体的时间表要求。

在每天需要处理数千甚至数十万次查询的繁忙系统中，这是一项非常复杂的系统管理挑战。人力根本无法逐个计划和排定其优先级。

满足两个甚至三个不同服务水平目标对数据仓库是一项重大的挑战，大多数数据仓库平台无法实现。这需要两大重要功能：第一，系统必须能够管理负责人员或团队产生的工作负载；第二，系统必须为人力资源经理提供用来了解状况、发现问题、诊断问题并及时解决问题的工具。

在工作负载管理中，相关人员或团队（使用 7 x 24 系统，通常是一个团队）需要能够为系统定义优先级和限制而将即时决定交给系统——就像领航员需要制定飞行计划而将微小的调整交给自动导航仪一样。

在监控、故障排除等工作中，人们需要使用有效的工具。系统在大多数或全部时间都会有多个请求（查询、更新、报告、分析、数据挖掘）——特别是在配备有成百上千个处理器、磁盘及其他组件的系统中——如果没有工具的辅助，基本上无法诊断问题。

在混合工作负载管理和监控方面——以及在更广泛的数据仓库管理领域——IBM 多年来一直保持重大的投资。前几个版本已经包含工作负载管理工具和各种监控工具。

DB2 9.7 更是在监控、指标、问题诊断和工作负载管理方面新增了重要功能。下面的第 5 节将会详细论述。

3 资源优化

如今的数据仓库——管理大量数据、工作负载及用户社区——必须高效地管理资源。如果没有高效的资源管理，系统就会变得不堪重负、反应迟钝、无法满足服务水平要求。

DB2 9.7 对于资源管理新增或扩展了多项重要功能，包括增强的数据压缩、增强的空间回收和新的扫描共享功能。

3.1 数据压缩

扫描一个大型表格可能需要较长时间。更糟糕的是，扫描时间会逐年延长，因为数据量的增长速度远远超过磁盘 I/O 带宽的增长速度。

例如，当今数据仓库中的数据表格通常包含 1 TB、10 TB 或 100 TB 的数据。但多数磁盘驱动器读取数据的速度约为 85 MB/秒。由此推算，读取 1 TB 的数据需要大约 11,764 驱动器-秒——也就是说，100 个驱动器同时读取 1 TB 的数据需要大约 118 秒，将全部占用所有 100 个驱动器；而读取 100 TB 的数据需要 100 个驱动器耗用大约 1,176 秒；依此类推。此外，读取或写入数 TB 的数据还要耗费大量的处理器时间。

而智慧的技术通常可以减少需要读取或写入的数据量——DB2 9.7 就充分利用了这些技术——数据仓库平台每天仍然有很多时间必须读取或写入大量的数据。

为什么要压缩？ 具有讽刺意味的是，减少所用时间和系统资源的方法之一是采用数据压缩技术。如果必须写入 1 TB 的数据，您可能认为先要耗费更多工作来压缩数据，因为压缩数据也需要处理每个字节。但今天的处理器速度已经远超磁盘，因此您可以提前压缩。在某种意义上讲，在写入之前压缩的数据越多，读取和写入数据的速度就越快。通过压缩，您可以在某个指定时间保存更多数据到缓冲区，这样可以增加缓存的命中率，改进查询性能。备份在压缩后，其读取和写入速度也会更快——并且减少耗用的备份设备空间。

9.7 之前的版本。 DB2 从 DB2 9.1 开始就加入了强大的数据压缩功能，因此会根据数据定义中的指定或 DBA 的请求自动压缩数据表格。在 9.7 之前版本的压缩中，系统会自动在每个数据表格中查找重复的数据模式；用 12 位代码替换这些模式；并且在表格中维护用于解码的静态字典。重复模式包括列中的部分数据、整个列或多个列。因为许多表格都存在这种重复模式（例如 Sacramento CA 95825 USA 或 London SW1A 2AA England），所以此压缩技术的回报相当高。但回报显然根据数据而异，IBM 通常可以将表格压缩 60% 到 80%。这项基本功能在 DB2 9.7 中仍然存在，随附于 DB2 的可选存储优化功能。

DB2 9.7 中的新功能。 在 DB2 9.7 中，数据压缩功能已经大大增强。在获得 DB2 的存储优化功能后，DB2 9.7 将会——除了之前可用的所有数据压缩功能之外——压缩索引、临时表格、XML 对象

和 LOB（大型二进制对象）。此外，在复制架构中，DB2 的存储优化功能还会在整个复制过程中保持压缩用户数据。

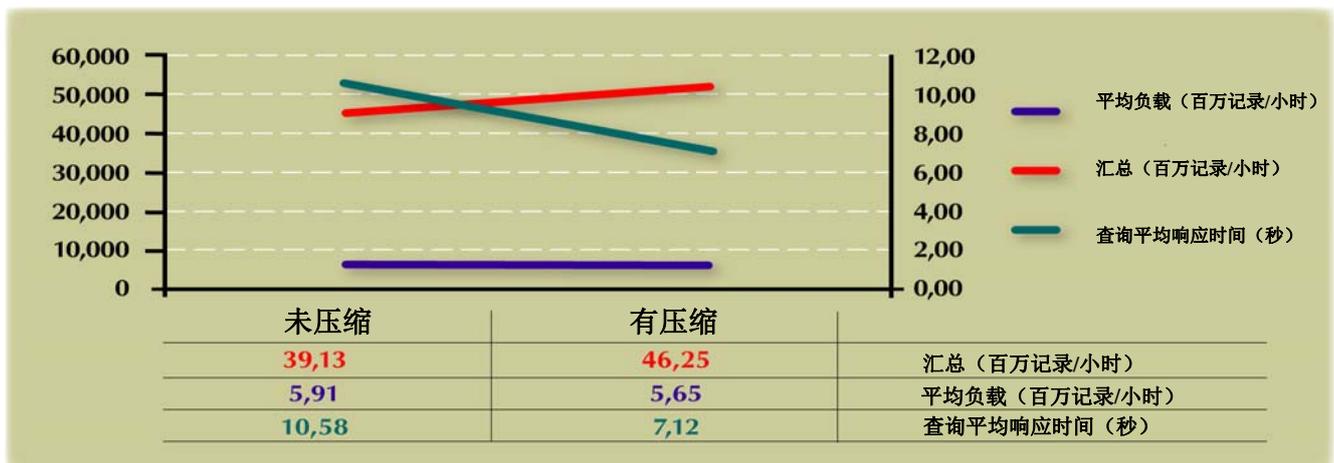
DB2 的存储优化功能可以压缩索引的两个主要部分：键值前缀和 RID 列表。由于这两个项目占用大多数索引的主要空间，因此索引的压缩效果会很好。索引压缩主要影响两个方面的性能：缩短读取和写入索引的时间；同时，由于索引变得更小，因此更频繁地出现在缓冲区中——往往不需要从存储中读取。

结果和重要意义。临时表格在处理较复杂的查询时扮演着重要角色。在许多复杂的查询中，临时表格的磁盘 I/O——用于保存中间结果——耗用的时间和系统资源最大。因此，大幅压缩临时表格可以极大地改善效率和系统性能。而且，DB2 优化器在每种情况下都会确定压缩表格可以节省的资源，从而仅在回报大时才使用压缩。

据 WinterCorp 所知，截止于本论文的出版当日，DB2 自动压缩临时表格的功能是行业中独一无二的。DB2 对索引自动使用三种不同算法的特性也是独一无二的。

IBM 报告显示，使用 DB2 9.7 的 SAP 和 SAP BW 用户，通过 DB2 的存储优化功能实现了 49% 到 73% 的索引压缩率，由此可见索引压缩的作用。例如，一位拥有 725GB 数据库的 SAP/DB2 客户评估，其整个数据库因为数据和索引的压缩而节省了 68% 的资源。下面图 1 所示的另一个示例表明，在用户的大型数据仓库操作中，执行定期汇总步骤（数据库更新过程的关键部分）时的总吞吐量增加了 15%，而查询响应时间缩短了 23%——两者皆因实施了 DB2 的存储优化功能。在这个案例中，性能的优势来自对所有压缩工具的使用：数据压缩、索引压缩和临时表格压缩。

图 1. 使用 DB2 的存储优化功能 (DB2 9.7 提供) 时的客户概念验证结果



3.2 空间回收

频繁更新的数据仓库表格通常会留下闲置的空间。DB2 一直拥有一个实用程序，可以按 DBA 要求重组这些表格，以提高查询效率和回收闲置空间。

在 DB2 9.7 中，重组命令有了新的选项，可以不重组表格而收回闲置的空间——以空区块或范围的形式——以作他用。DB2 9.7 提供新的表格空间格式，系统会自动重新映射闲置的范围，从而节省空间。所有新的表格空间都采用此格式。

这两项增强功能可以大幅简化存储空间管理，提高系统使用存储空间的效率。

3.3 扫描共享

如第 3.1 节所述，扫描大型表格的大部分或全部内容是数据仓库中客观存在的事实——即使是 DB2 这样的产品也不例外，只不过它可以减少大型扫描的频率和时间而已。例如，在记分或数据挖掘时，可能必须处理大型表格中的大部分或所有行。

DB2 一直拥有以高度并行的方式执行此类扫描的能力——可以同时调动所有处理器及所有磁盘，尽快完成扫描。

但有时缩减为部署大多数或全部系统资源来加速对大量数据的单次扫描。扫描中会存一个重要的问题：当某个大型扫描正在运行时，系统又收到另一个对相同数据执行大型扫描的请求。这种情况在具有大型或活跃用户社区的数据仓库中经常发生。

在大多数的数据仓库平台中，会出现以下两种情况之一：**(a)** 第二个用户将会等待（因为大部分或所有系统资源都在参与第一个扫描），直到第一个扫描完成——等待时间可能是数分钟或数小时；或者**(b)** 两个扫描同时进行，一起竞争资源并相互干扰。在情况 **b** 中，两个扫描完成的时间可能比单独完成每个扫描要长很多。在情况 **a** 中，第二个用户获得结果的平均时间是第一个用户的 1.5 倍（如果碰巧是在第一个扫描刚开始时提交查询，则时间为两倍）。

DB2 9.7 采用更好的方法处理这种情况：第二个扫描“骑”在第一个扫描背上。也就是说，每个要扫描的数据块被读取一次，然后馈送给两个查询进程。如果第一个扫描完成 10% 时第二个扫描开始，它们都会获得第一个扫描后 90% 的所有数据块，直到第一个扫描完成。第二个扫描然后回来读取被扫描表格的前 10%。存储 I/O 净减少——与按顺序执行查询相比——大约 90%。如果系统具有足以同时处理两个查询的处理器容量，则两个用户获得的响应时间基本相同——与一个用户单独使用系统时的结果大致相同。当其他扫描开始时，它们也可以骑在任何现有扫描背上，因此系统有足够的资源可供三个或更多扫描同时参与 I/O 共享过程，进一步减少 I/O。

各个 **DB2** 表格都支持扫描共享，包括范围和散列分区以及 **MDC** 表格。

4 灵活性和扩展

数据仓库的快速扩展是一种普遍现象。这意味着数据量和工作负载的增长，同时也意味着数据定义的增长和变化。当数据在企业中发现新的应用时，可能必须更改列、表格、视图、存储程序及数据库中其他对象的定义。

同时，这种增长和变化也发生在许多数据仓库中，业务运营越来越依赖数据仓库。运营依赖性的增加通常转化为数据可用性要求的提高。也就是说，即使改变的速度在加快，数据仓库的停机还是越来越不可接受。

面对这种现象，**DB2 9.7** 新增了一些独特的功能来支持数据仓库的增长和架构的演变。

4.1 数据仓库的增长

随着数据仓库的增长，系统必须经常增大容量。在并行的无共享架构中，有时必须为生产数据仓库群集增加新的节点——**DB2** 架构中的服务器或模块。

在大部分数据仓库平台中，为数据仓库群集增加节点要求：**(a)** 停止整个系统；**(b)** 在系统关闭时物理连接新节点；然后 **(c)** 重新启动系统。在许多平台上，重新分配数据到新节点必须在系统关闭时完成¹。其中每个步骤都要花费时间。在此期间，无法使用正在扩展的数据仓库群集中的数据。

使用 **DB2 9.7** 时，整个数据仓库扩展过程可在系统联机时完成。可以添加一个或多个服务器或模块；由于系统联机，数据仓库可以看到新增的服务器或模块；而且数据可以重新分配——根据需要每次重新分配一个表格。各个表格在为其重新分配时将会锁定，但系统仍然可用，可以根据所有未锁定的表格处理查询和更新。最重要的是，运行 **LUW** 版 **DB2** 的群集可以同时支持多代硬件。因此，扩展现有系统的客户可以从新一代硬件添加服务器或数据模块，同时继续使用之前一代或多代的服务器或数据模块。具有更多容量的服务器或数据模块可以管理更多的数据分区。这是 **IBM** 客户用于生产的一项功能。与许多其他数据仓库平台不同，**DB2** 采用的策略可让客户在撤下旧硬件的同时加入新硬件，获取最大的成本效益。这并非 **DB 9.7** 新增的特色——已经存在多年。但它对上述新的系统扩展功能形成了补充。

4.2 架构的演变

数据仓库通常是动态的环境——像它们支持的企业一样保持动态。影响业务运营的所有外部因素——

¹ 有些数据仓库平台即使关闭系统也无法扩展。在这种情况下，客户必须购买全新的系统；找到能够同时容纳新旧系统的物理空间；卸载旧系统中的数据；将这些数据重新加载到更大的新系统；然后为旧系统找到新的用途或将其转售。

市场环境、法规、竞争、供应链动态、技术变动——促使数据仓库中的数据发生变更，这些变更又会影响到架构。

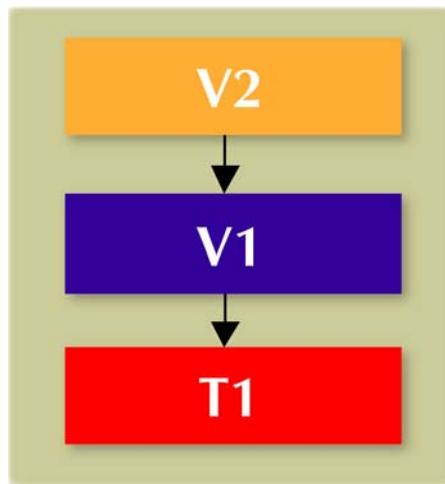
数据每周甚至每天都会出现新的应用，因此必须经常快速适应，并且往往需要改变架构。新数据源同样也会频繁增加，有时比现有数据源提供更可靠或更完整的数据值。随着数据库对象（表格、列、视图等）扩展到数千之多，架构的变更往往成了日常活动。

在多个数据仓库平台上，大部分或全部架构变更会中断对数据的访问。而且有些架构变更需要执行大量的工作。DB2 9.7 之前的 DB2 也是如此。

在 DB2 9.7 中，IBM 实施了一些重要的增强功能，可以减少与架构变更相关的 DBA 工作及中断。这些增强功能不仅可以简化变更过程，还可以减少变更过程中的人工错误。

放松对象相依性模型。在常见的数据仓库架构中，许多对象是根据其他对象的定义来定义的，因此也就依赖于这些定义。例如，VIEW 定义依赖于表格定义或其他 VIEW 定义。从图 2 中可以看出，VIEW V1 依赖于 TABLE T，VIEW V2 依赖于 V1。

图 2: v1 和 v2 是数据仓库中的相依对象

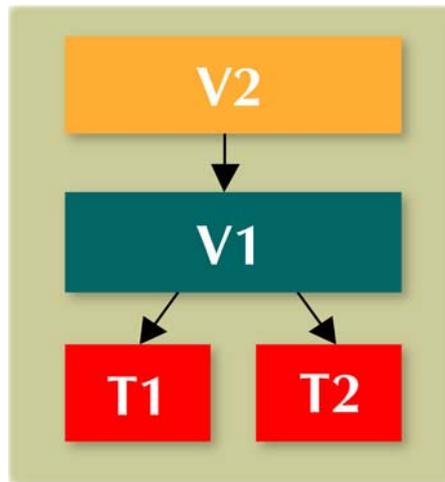


我们假设，为了满足变化的业务要求，合适的做法是将 T1 分解为两个表格：T1 和 T2。在 DB2 9.7 之前 DB2 的对象相依模型中——以及大多数其他数据仓库平台上——改变 T1 的定义会使 V1 失效。DBA 需要删除 V1 并根据新的表格结构重新定义它。但系统不允许 DBA 删除 V1，因为 V2 依赖于 V1。因此，DBA 必须删除所有依赖于 V2 的对象；然后删除 V2；然后删除所有依赖于 V1 的对象；再删除 V1。

将 T1 替换为 T1 与 T2 的组合后，DBA 必须执行重建 V1、V2 及所有相依对象的全部工作。人们经常发现许多对象依赖于 V1 和/或 V2——包括访问控制授予、其他视图或其他对象。在进行这些变更时——通常伴随着错误——对其定义的数据的访问会中断。

DB2 9.7 放松了对象相依模型，既可以减少相关的 DBA 工作，又继续保持着数据仓库的完整性。其运作过程如下：当 T1 的定义改变时，系统会使 V1 和 V2 失效，但不删除它们。下次有人访问这些失效对象所参照的数据时，系统将使其定义重新生效。例如，如果 V1 需要的数据现在可以通过结合 T1 与 T2 来访问（如图 3 所示），系统会适当地利用重新生效的视图定义。因此，数据访问可能不会中断或只是略微中断，DBA 工作也大幅减少。V2 保留不变，也不受任何影响。V1 仅仅是因为要重新定义如何获取其参照的数据才发生改变。

图 3: T1 已经替换为 T1 与 T2 的结合，而没有删除相依视图



支持在线架构变更。此外，DB2 9.7 还新增了支持在线架构变更的功能。包括：

- DDL 对列重命名但不删除它；相依的对象由系统自动更新为参照新名称；
- 支持创建或替换视图、函数、触发条件及其他数据库对象。此 DDL 语句会创建对象（如果对象不存在）和替换对象的定义（如果对象存在）；以及
- 支持通过 ALTER COLUMN 更改数据类型，在运行时与 CAST 函数一起使用的任何成对数据类型均适用。

这些增加的在线功能可以简化各种架构变更的过程，因此会减少 DBA 工作并提高在线数据可用性。

5 工作负载管理与监控

在 DB2 9.5 中，工作负载管理功能与数据库引擎相集成。在 DB2 9.7 中，这些功能得到了扩展，并且新增了重要的监控功能。

5.1 工作负载管理的改进

机场的自动导航仪一旦被设置为指向下一个目的地，就会针对飞行中遇到的风力、气压、温度及其他因素的变化自动调整。飞行员只需要应对异常的情况。

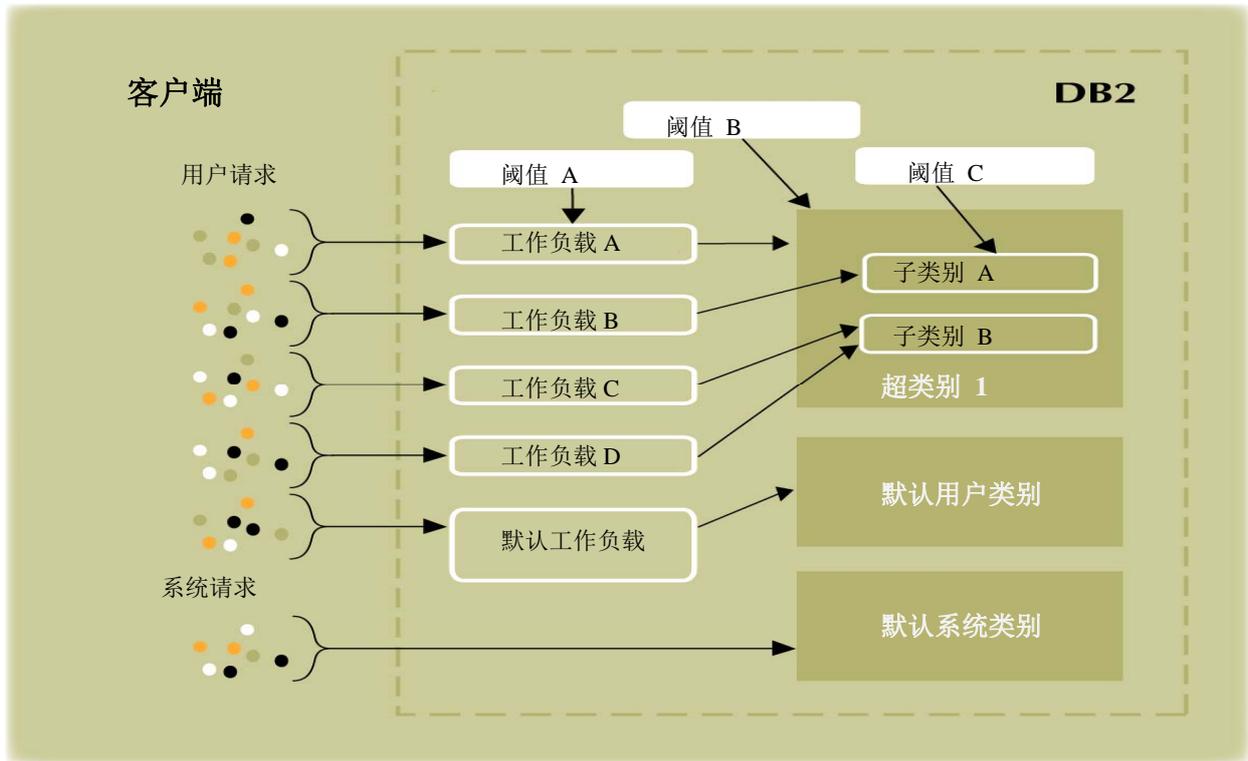
数据仓库中的工作负载管理采用类似的原理：管理员定义一组规则，确定系统处理每种工作类型的方式。然后系统自动运行并针对发生的大多数变化自行调整。但有时管理员必须干预。DB2 9.7 中的工作负载管理功能经过改进，可设置为自动处理更多的情况。此外，发生意外时，系统可以采取更多的措施来处理它们或协助干预过程。

所有进入 DB2 9.7 的工作都会接受工作负载管理，并按以下方式自动分类为默认工作负载及服务类别：

- 工作负载，通过连接属性（客户端用户 ID 是典型的此类属性）将连接映射到服务类别；
- 服务类别，用于定义处理请求的质量（例如优先级）；以及
- 阈值，用于定义实行的资源限制（在某种操作执行之前每个简短查询最多等待五秒钟的处理器时间）。

然后通过默认配置监控工作负载。

图 4：工作负载管理结构示例



数据来源：IBM

如果已经购买了 DB2 的性能优化功能（此功能在某些版本的 InfoSphere Warehouse 9.7 中是标准配置），管理员便可自定义默认配置，然后使用上述机制定义数据仓库，使之根据不同的规则分别处理多个同步工作负载——例如数据库负载、短查询和长查询。因此，数据库负载必须获取满足时间表所需的足够资源（例如，假设每天的负载必须在下午 4 点之前完成）；短查询必须获取较高的优先级并在数秒钟内处理；长查询必须在合理时间（可能从数分钟到数小时）内获得所需的资源。

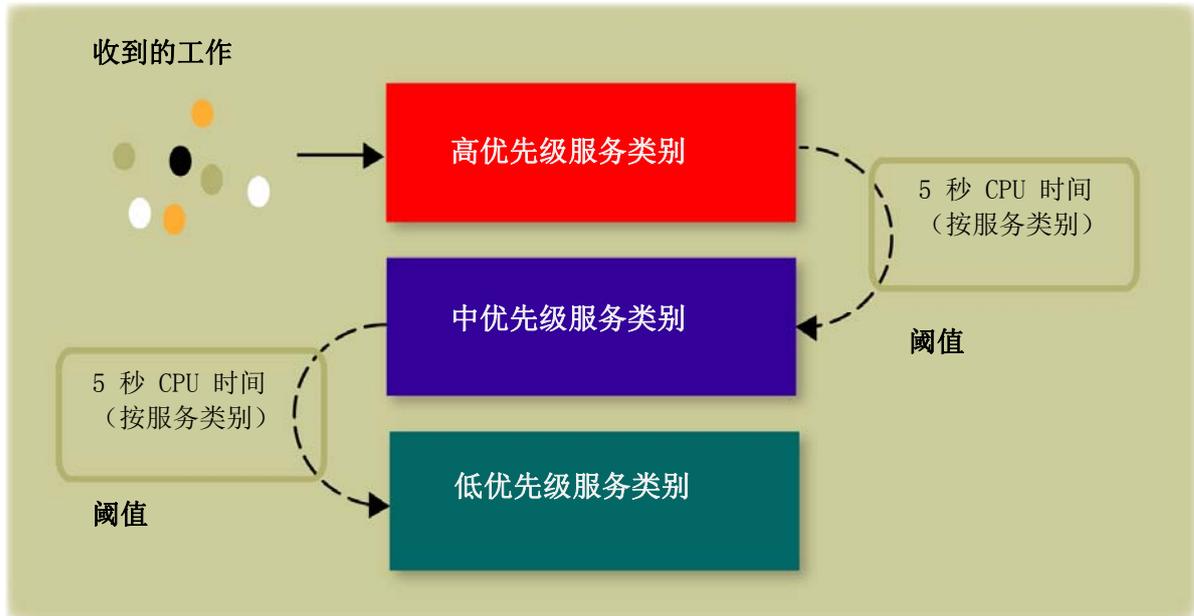
通过工作负载管理定义，管理员可以设置适当的优先级和阈值，以便：系统资源一般根据用户的业务需求进行配置；而且在指定时间无法满足所有需求时，就会执行相应的操作。要执行的操作在定义时会设置相关的阈值。例如，阈值可设置为当“短查询”消耗三秒以上的处理器时间——预计这种情况不会经常发生——时提交请求，然后该查询的优先级会降低。此外，可以定义超过阈值后记录特定信息供以后分析使用，以查找这个“短”查询耗用如此多处理器时间的原因。

基于活动的阈值取决于耗用的处理器时间和读取的行数等属性，其在 DB2 9.7 中得到了增强，极大地扩展了工作负载管理功能。基于时间的阈值在以前的版本中便已提供，现在支持 1 分钟检查间隔时间。此外，用以定义工作负载和服务类别的通则也得到扩展：

1. 可用于识别工作负载的连接属性现在包括 IP 地址和通配符（除了以前支持的大量属性之外）；
2. 缓冲区 I/O 的优先级现在可与服务类别关联；
3. 服务类别现在与 Linux 服务类别集成（以前集成 AIX 服务类别）；
4. 阈值现在可与工作负载关联（以前阈值可与服务子类别及数据库关联）。

通过优先级时效方案，可以显著降低耗用较多资源的数据库请求的优先级。因此，轻负荷的请求以高优先级执行，一般在到期前便会完成。中等负荷的请求以高优先级开始，但以较低优先级完成。重负荷因“过时”而被降为低优先级，将以低优先级耗用大量必要的资源。优先级时效偏向于轻负荷的请求，同时也会为重负荷的请求分配一定的资源。在许多情况下，这符合用户本能的预期。在 DB2 9.7 中，优先级时效利用阈值轻松地内置于工作负载管理方案中，如图 5 所示。

图 5: DB2 9.7 中通过阈值实施优先级时效



数据来源: IBM

DB2 9.7 对整个工作负载管理功能实施了重大的改进, 现在可以建立更加强大而灵活的定义, 因而简化了工作负载管理的实施和维护——并在各种条件下可以保持所需的系统行为。这些改进源于我们专注于此领域的持续产品研发, 也源于客户管理复杂工作负载的实际经验以及根据经验提出的建议。

5.2 数据仓库监控的改进

数据仓库用于解决复杂的数据集成问题, 以及自动执行数据整合、数据更新并将数据传送给需要的用户。

在常见的数据仓库中, 任何时候都有许多数据库对象在使用、多个查询和更新在进行, 还有频繁的自动化系统操作。

比如机场, 从外面看起来很简单、很雅致, 但在旅客看不到的地方, 可能存在非常复杂的设计, DB2 与此类似, 其目的主要是自动管理复杂性, 用户和管理员通常不必查看或了解其中运行的部分。

不过, 一般的数据仓库中可能会存在一些问题。例如, 有些查询耗时太长或无法完成; 更新滞后; 设备故障; 软件错误; 系统中加载了不正确的数据; 人为错误等等。在一个足够大而复杂的数据仓库中, 这些情况每天都会发生。完全杜绝这些情况是不可能的, 关键是要尽可能自动化和简化识别、诊断和解决系统问题的过程。

IBM 报告, 一个客户的分析表明, 他的 DBA 有 90% 的时间用于排除数据故障、提升查询性能和解决系统操作的其他问题。这个比例或许过高, 但独立研究和咨询机构 WinterCorp 的研究也表明, 从事数据仓库运营的人力资源有很大比例用于日常管理运营和性能问题。

不久前, 在评估了客户在数据仓库运营和维护方面的经验后, IBM 决定对管理性进行重大投资。同时, DB2 9.7 新增一些用于在线监控的重大功能, 用以帮助管理员检测、诊断和解决问题。

这些监控功能将对 DB2 的工作负载管理功能形成重要的补充。要了解工作负载的内容、了解系统行为、评估工作负载管理设置、了解如何实施改进, 在线监控功能必不可少。

Optim Performance Manager, Extended Edition 新增的在线监控功能包括:

- **端到端监控**, 可以显示活动、时间和资源消耗, 不仅针对显示数据库, 还包括网络、操作系统和应用程序服务器;
- **全面的默认指标**, 由系统自动维护和汇总, 并按需提供给管理员; 比如, 一组指标用于跟踪

所有类型的等待时间并将其细分为 13 个独立衡量的类别，例如直接 I/O 等待；缓冲区等待；网络等待；等等；

- **主要指标的汇总**，根据请求、数据库对象、语句、工作负载和系统级别进行汇总；以及
- **查询计划的新增及扩展信息**（“分段说明”），由系统在运行时自动补充，例如，显示中间查询结果的实际和预估基数；此类计划信息以图形显示，可通过图形用户界面 (GUI) 深入挖掘和执行其他操作。

这些功能之所以能够开发出来，是因为我们重视收集和维护性能数据所需的系统资源，并且承诺将数据收集的开销控制在 3% 以下。

根据客户的经验，IBM 相信大部分系统问题——可能有 80% 或更多——可以通过内置的指标和工具轻松诊断出来。

根据 WinterCorp 的经验，在管理复杂系统的性能和运营时，最重要的莫过于精确而全面的测量数据。您需要数据来了解每天出现的问题、制定解决方案并选择最有效的方案。IBM 在 DB2 9.7 中加入的监控功能可以解决在了解系统行为和解决有问题的 SQL 时遇到的主要问题。

6 IBM Smart Analytics System

在其“智慧地球的智慧系统”计划中，IBM 已经向前迈出了重要一步，提供了一系列数据仓库设备。这些产品是用于分析的预先集成、模块化、工作负载优化系统，称为 IBM Smart Analytics System，适用于 IBM Power Systems、IBM System z 和 IBM System x。Linux、UNIX 和 Window 版 IBM DB2 9.7 是 IBM Smart Analytics System 的组成部分。

本论文讨论 IBM Smart Analytics System 计划中的 IBM 5600（基于 Intel）和 7700（基于 Power 7 芯片）平台以及两个新型号：IBM 1050 和 2050 Smart Analytics System

为满足客户的数据仓库或分析应用要求，IBM Smart Analytics System 非常重视产品的购买、实施、部署、运营、管理、发展和支持。特别是，IBM Smart Analytics System 产品：

- 设计为采用标准化、模块化的软硬件配置，组成预定用途的完整系统堆栈；
- 在 IBM 工厂和实验室经过安装、集成、配置、测试和性能调整，客户将其用于常见用途时不需要执行这些零散的工作；以及
- 以单元件形式封装、交付和定价，全面集成所有硬件、软件、文档和支持。支持包括整个解决方案集成的支持、所有内含产品的单点联系以及 IBM 专业 DBA 提供的年度健康检查。

无论是新增数据仓库还是已经部署、正在收获业务优势的运营数据仓库，客户都可以通过此方法减少时间和成本。

每个系统都包含一个或多个模块，其中每个模块都是完整的集成式软硬件单元。系统赖以建立的基础：

- 一个或多个基础模块，用于提供 DB2 协调员功能
- 一个或多个数据模块，用于增加数据功能；
- 零个或多个用户模块，用于增加工作负载功能；
- 零个或多个应用程序模块，用于增加应用软件、工业及分析功能（例如 Cognos）；以及
- 零个或多个故障转移模块，用于在节点发生故障时提供备用功能。

在扩充系统容量时，可以增加一个或一组模块。

此外，为了简化预计应用最广的配置的通信，IBM 还引入了非常简单的容量调整方案，按照这种方案，六个最常用数据仓库配置的大小范围从超小 (XS) 到超超大 (XXL)。

例如，对于 Smart Analytics 7700，容量如表 1 所示。

表 1: IBM Smart Analytics 7700 标准大小

大小	数据模块数量	旋转的磁盘 (TB) ²	SSD 容量 (TB) ³	预估用户数据容量 ⁴
----	--------	-------------------------	--------------------------	-----------------------

² WinterCorp 四舍五入至最接近的 TB。

XS	1	29	.7/4	29
S	2	58	1.4/8	58
M	3	86	2.1/13	86
L	6	173	4.2/25	172
XL	10	280	7/40	288
XXL	20	560	14/84	575

数据来源：IBM

每个数据模块都是配备 16 个内核、128GB 内存、96 个 300GB 磁盘驱动器的 Power 740 服务器。与之前使用 Power6 处理器的型号相比，新数据模块的内核数量是其 4 倍、内存是其 4 倍、磁盘数量是其 3 倍⁵、所需空间减少了 65%。互连使容量从 1Gb 增加到 10Gb 以太网。

表 2： IBM Smart Analytics 5600 标准大小

大小	数据模块数量	旋转的磁盘 (TB) ⁶	预估用户数据容量 ⁷
XS	2	14	12
S	4	29	24
M	6	43	36
L	8	58	48

数据来源：IBM

7700 数据模块标准配备 700 GB 的固态设备 (SSD) 容量——1.4 TB 的 SSD 用于“小型”系统——被 DB2 9.7 自动用于临时工作空间，因此可以极大地提高大多数查询的执行速度，并增加系统的吞吐量。此外，每个系统都可选择性地配置更多 SSD——小型系统最高可达 8 TB——用于提高性能或 I/O 吞吐量。使用标准 7700 模块配置时，I/O 容量为 6.4 GB/秒。

很显然，某些需配备 58 TB 数据仓库的客户可能要求大于或小于标准“小型”配置。但 IBM 的 IBM Smart Analytics System 方案可让客户单独调整各类模块的数量。例如，具有许多同步用户的客户可以增加更多“用户模块”。

对于 Smart Analytics 5600，标准容量如表 2 所示。

每个数据模块都是配备 4 个内核、32GB 内存、24 个 300GB 磁盘驱动器的 IBM System x3650 服务器。

³ 标准/最大 (WinterCorp 四舍五入至最接近的 TB)。这是 IBM Blue Darter SSD。

⁴ 55% 的可用空间，使用 RAID6，预估数据压缩 2.5 倍，四舍五入至最接近的 TB。

⁵ 有人可能认为 7700 中需要 4 倍数量的磁盘来保持资源的平衡。但实际上 3 倍就够了，因为将固态磁盘整合为标准功能也会增加存储 I/O 容量。

⁶ WinterCorp 四舍五入至最接近的 TB

⁷ 55% 的可用空间，使用 RAID6，预估数据压缩 2.5 倍，四舍五入至最接近的 TB

此外，Smart Analytics 5600s 还提供包含固态硬盘的配置。对于 Smart Analytics 5600s，标准容量如表 3 所示。

表 3: IBM Smart Analytics 5600s 标准大小

大小	数据模块数量	旋转的磁盘 (TB) ⁸	固态硬盘 (TB) ⁹	预估用户数据容量 ¹⁰
XS	2	22	1.3	18
S	4	43	2.6	36
M	6	65	3.8	54
L	8	86	5.1	72

数据来源: IBM

每个 5600s 数据模块都是配备 8 个内核、64 GB 内存、24 个 450GB 磁盘驱动器和 650GB 固态硬盘的 IBM x3650。

Smart Analytics System 包含硬件平台和 InfoSphere Warehouse 软件。根据为硬件平台选择的配置，软件共有三个版本，如表 4 所示。

WinterCorp 认为，许多客户在开始数据仓库工作时，对于工作负载要求都具有很大的不确定性。在这种情况下，合适的做法是订购标准配置，然后根据信息的增多进行调整。可以新增模块；额外的模块可以重新部署在另一个分析系统中。虽然方案因情况而异，但这里提供的标准化和集成在许多情况下可以简化规划、采购和部署。

IBM 还推出了两种单一服务器配置：IBM Smart Analytics System 1050 和 2050。这两种配置适用于 SUSE Linux 11 或 Windows Server 2008，也适用于 InfoSphere Warehouse 9.7 Departmental Base Edition 或 Departmental Edition（包括 DB2 9.7，但数据仓库功能略显逊色），并且选择性地包括 Cognos 8 BI Reporting。1050 可配置为处理 330 GB 到 3.3 TB 的用户数据。2050 可配置为处理 3.3 TB 到 13.2 TB 的用户数据。

IBM 在这条路上已经走了多年，始终致力于为数据仓库提供更加简化的配置、价格和封装方案（例如平衡的配置单元、平衡的仓库等），IBM Smart Analytics System 产品是再一次的重大进步。用于 System z 平台的 IBM Smart Analytics System 9600 具有类似的功能，在其他文档中有相关介绍，请参阅 <http://www-01.ibm.com/software/data/infosphere/smart-analytics-system/9600/>。

⁸ WinterCorp 四舍五入至最接近的 TB

⁹ WinterCorp 四舍五入至最接近的 100GB (0.1TB)

¹⁰ 55% 的可用空间，使用 RAID6，预估数据压缩 2.5 倍，四舍五入至最接近的 TB

表 4: Infosphere Warehouse 9.7 功能矩阵

	Departmental Base	Departmental	Enterprise
Smart Analytics System 型号可用性	1050 / 2050	1050 / 2050	5600 / 7600 / 7700
DB2 服务器基础 (DB2 Enterprise Server Edition)	内含	内含	内含
数据库分区扩展性	内含	内含	内含
无限数据库大小	内含	内含	内含
建模和设计 (Design Studio)	内含	内含	内含
嵌入的数据移动和转换 (SQL Warehousing Tool)	内含	内含	内含
管理和控制 (Administration Console)	内含	内含	内含
在线分析处理 (Cubing Services)	内含	内含	内含
联合数据访问 (InfoSphere Federation Server Relational Wrappers)	内含	内含	内含
IBM Cognos 8 BI Starter Edition	内含	内含	内含
数据挖掘和可视化 (Intelligent Miner、MiningBlox)	—	内含	内含
文本分析	—	内含	内含
DB2 Alphablox, 包含 BloxBUILDER	—	内含	内含
DB2 Alphablox Connectors	—	—	内含
集成式工作负载管理 (DB2 Workload Management)	—	内含	内含
性能分析和调整 (Optim Performance Manager Extended Edition、DB2)	—	—	内含

Performance Expert)			
深度压缩 (数据、索引、临时表格、XML)	—	—	内含

数据来源: IBM

7 结论

DB2 是一种成熟的数据仓库软件产品, 具有全面的功能以及杰出的性能和扩展能力。DB2 9.7 赖以建立的产品基础具有以下特点:

- 无共享并行数据库架构, 提供性能、扩展性和数据可用性;
- 长期注重系统效率, 基于丰富的物理数据库设计功能、I/O 性能以及基于成本的查询优化;
- 混合的工作负载管理, 可以使用管理数据单个逻辑副本的单个系统满足多个服务水平目标; 和
- 数据压缩,

以及许多其他特点。

为了满足新的客户要求, 应对数据仓库规模及复杂性的极速增长, IBM 最近几年持续投资于 DB2。在其最新版本 DB2 9.7 中, IBM 扩展了 DB2 的功能, 可以解决下列领域新增的要求: 混合工作负载管理; 资源优化——包括高级数据压缩功能; 系统性能管理; 架构演变; 以及本论文所述的其他领域。DB2 9.7 的这些新增功能可为客户提供更强的管理能力、更好的性能、增强的成本性能及灵活性。

InfoSphere Warehouse 9.7 以纯软件的数据仓库产品系列为 DB2 9.7 提供这些功能。

IBM Smart Analytics System 将 DB2 与全系列的系统软件、商务智能和分析软件以及硬件相集成——以标准化、预安装和预先测试的配置为客户提供全面的数据仓库设备。IBM 最近推出了新版 Smart Analytics Systems, 在性能和吞吐量方面实现了重大改进, 同时降低了空间要求、新增固态硬盘等硬件功能。此外, IBM 还推出了两种新的单服务器配置, 用于提供精简、低价的入门产品。因此, Smart Analytics Systems 极大地提升了简便性、改进了性能、增强了获取和部署 DB2 数据仓库功能的经济性。

总而言之, DB2 9.7、InfoSphere Warehouse 9.7 和 IBM Smart Analytics Systems 是当今市场上功能最强大的数据仓库产品。

WinterCorp 认为, 需要数据仓库和/或数据分析的企业都应该考虑本论文所述的 IBM 平台。